

Верстатно-інструментальне забезпечення формоутворення черв'яків з угнутим профілем витка конічною виробною поверхнею

В статті приведено практичні рекомендації по практичному застосуванню технології нарізання черв'яків з угнутим профілем витка.

жорстка неконгруентна виробна пара, дискова виробна конічна поверхня

Технологія виготовлення поверхонь зуб'їв черв'ячного колеса і витків черв'яка з угнутим профілем черв'ячних передач типу ZT за ГОСТ 18498-98 достатньо докладно розроблена [1,2,3,4]. Але відомі недоліки, притаманні способу утворення спряжених поверхонь ланок черв'ячних передач як типу ZT, так і інших аналогічних, обмежують їх поширення в машинобудуванні із-за складних і дорогих інструментів. Тому сьогодні на ринку редукторів у вільному продажу черв'ячних редукторів з угнутим профілем витка немає.

В роботах [5,6] показано, що значно спростити і здешевити виробництво передач з угнутим профілем витка черв'яка можна, якщо використати для формоутворення спряжених поверхонь жорстку неконгруентну виробну пару. Це дозволяє суттєво розширити область використання таких передач і враховуючи високі потенційні їх технічні показники, підвищити технічні характеристики виробів машинобудування. Тому впровадження способу обробки черв'яка і черв'ячного колеса, розглянутих в [5] є актуальною задачею для практики зубообробки.

Метою даної роботи є розробка рекомендацій щодо створення верстатного і інструментального забезпечення для нарізування черв'яків з угнутим профілем.

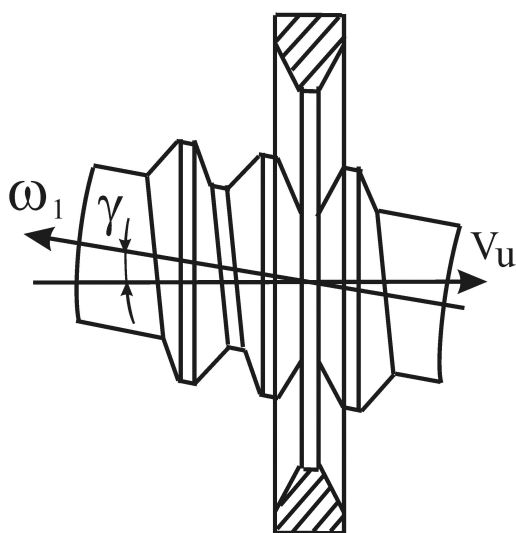


Рисунок 1 – Схема рухів при нарізанні черв'яка

Нарізування поверхні витків черв'яка проводиться вихровим способом з внутрішнім дотиком, але положення оброблювального черв'яка і інструмента відрізняється від відомих схем обробки. Відмінності в схемах формоутворення показанні на рис.1.

В умовах сучасного виробництва і ремонтних майстерень, де застосовують універсальне обладнання, досить розповсюдженими є верстати вертикально-фрезерної групи, які досить легко піддаються модернізації, що дає змогу реалізувати поставленні задачі. В нашому випадку за основу був взятий верстат вертикально-фрезерної групи мод.6P10, який має всі основні рухи і функції, що притаманні цій групі верстатів. Принцип його модернізації може бути використаний для будь якого

верстату вертикально-фрезерної групи.

Кінематична схема різання включає в себе два рухи – обертальний і поступальний інструмента вздовж своєї вісі. Кінематична схема формоутворення поверхні витка черв'яка включає в себе також два рухи – обертальний навколо своєї вісі і поступальний разом із столом вздовж осі інструмента, причому відносно напрямку поступального руху вісь черв'яка в площині стола повернута на відповідний кут.

Відповідно до сказаного структурна схема верстата зображена на рис.2.

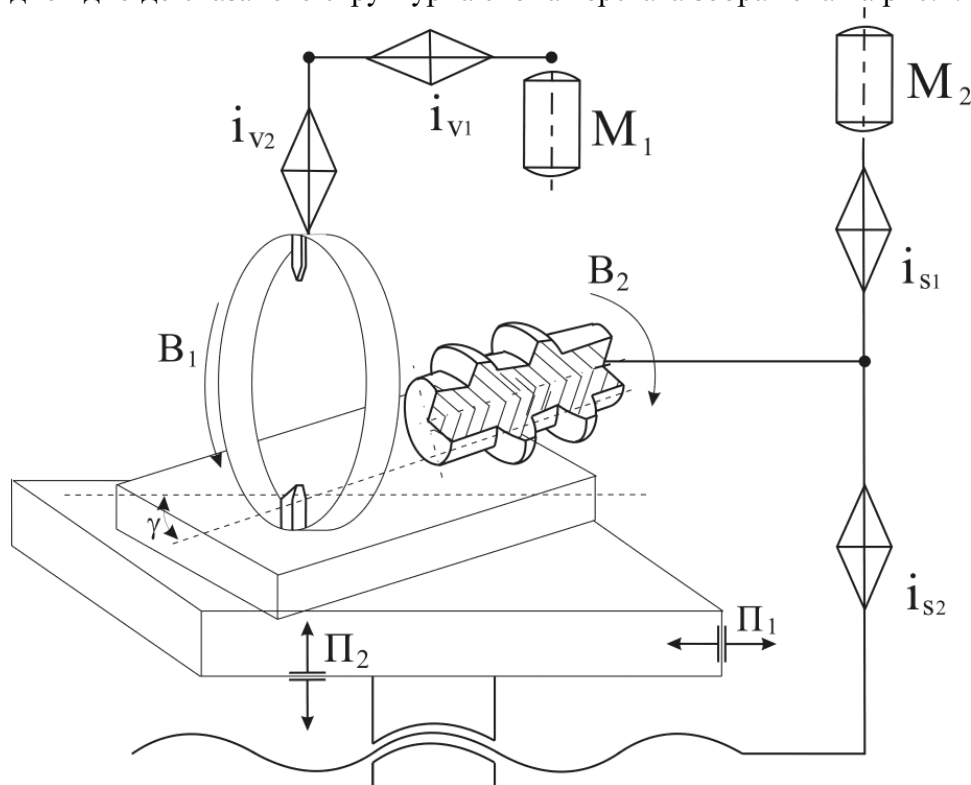


Рисунок 2 – Структурна схема модернізованого верстата мод.6P10

Головний рух B_1 на вертикально-фрезерному верстаті мод.6P10 виконує шпиндель з головкою 2 та інструментом 1 (рис.2). Поступальний рух робочої подачі Π_1 забезпечується рухом столу через гітару i_{s1} . Передача i_{s2} забезпечує обертальний рух черв'яка B_2 і зв'язує цей рух з повздовжнім рухом столу. Установчий рух для повороту столу відносно напрямку подачі і охоплюючого інструменту на кут γ забезпечується поворотом столу. Вертикальна подача столу Π_2 є установчою на висоту витка. Гвинтовий рух черв'яка забезпечується механізмом гвинтового руху столу, що зв'язує через гітару змінних коліс i_{s2} ділильну головку і гвинт повздовжньої подачі. Пристрій, що забезпечує обертальний рух інструменту B_1 , виготовляється окремо. Для досліджень було виготовлено пристрій (рис.3), що кріпиться на повернутій на 90° поворотної фрезерній головці. Пристрій складається з трьох основних частин. Частина перша (I) пристрою необхідна для з'єднання пристрою з піною вертикально-фрезерного верстата. Друга (II) частина має повздовжній рух для наладки положення інструменту, що забезпечується використанням пасової передачі, яка дає змогу використовувати різні передатні відношення для зміни швидкості різання, а саме для шліфування на великих швидкостях. Третя (III) частина являє собою корпус, в якому на двох радіально-упорних підшипниках, що забезпечують точність руху інструмента, змонтовано порожнистий шпиндель, який служить для установки інструмента.

Шпиндель пристрою з'єднаний через пасову передачу зі шпинделем верстата для передачі крутного моменту до інструменту. Для налагодження і випробувань пристрій має конструктивну можливість змінювати кут між віссю інструмента і віссю столу безпосередньо в самому пристрої, що виключає похибки при налагоджуванні верстатного зачеплення.

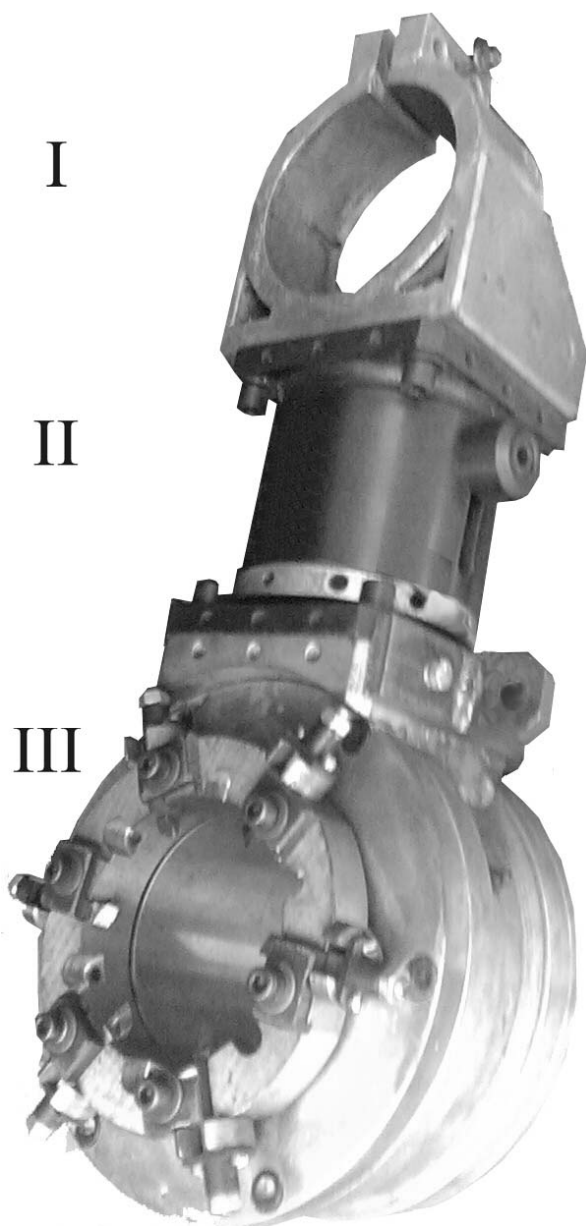


Рисунок 3 – Пристрій для модернізації вертикально-фрезерного верстата мод.6Р10

Двигун M_1 через коробку швидкостей верстата обертає різцеву головку зі швидкістю головного руху, що кінематично не з'єднаний з приводом столу самого верстата. Інструмент має незалежний від приводу столу рух, що зменшує похибки при нарізанні. Привід обкатки і привід столу мають один двигун M_2 і з'єднані кінематично через гітару змінних коліс, що призначена для налагоджування верстата на параметри черв'яка, а саме для даного модулю m і кількості заходів черв'яка Z .

Для чорнової обробки застосовується охоплююча різцева головка, для чистової – внутрішня сторона шліфувального круга. Обидва етапи обробки реалізують схему верстатного зачеплення, запропоновану в роботах [5], тобто як схема так і геометрія профілюючого інструменту не змінюється на етапах обробки, що дає змогу реалізовувати як чорнову так і чистову обробку на одному обладнанні.

В роботах [6,7] доведено, що співвідношення діаметрів інструменту до діаметру черв'яка Q , кут підйому витків черв'яка γ в значній мірі впливають як на кривину так і на підріз витків черв'яка. Тому при практичній реалізації параметри зачеплення повинні відповідати вимогам блокуючого контуру (рис.4), тобто знаходитися в зоні 1. Наприклад потрібно отримати черв'як з кутом підйому витків $\gamma = 14^\circ$, при цьому співвідношення діаметрів Q повинно

бути в межах від 4.5...7.5, але чим більше Q тим менша угнутість профілю, тому більш доцільніше використовувати $Q = 4.5...5$.

Положення черв'яка і інструмента на кінцевому етапі обробки (рис.5) визначається моментом торкання початкових поверхонь точками розрахункових перерізів, що належить площині H . В зв'язку з цим положення черв'яка і інструменту в початковий момент обробки повинно бути явно визначеним. Оскільки у інструмента два розрахункових перерізи – для лівої і правої поверхонь, а у черв'яка одне, то налагодження слід проводити по якомусь одному з двох перерізів інструменту. Зручно

проводити налагодження початкового положення інструменту по розрахунковому перерізу, розташованому ближче до базової поверхні черв'яка, відносно котрої задано положення його розрахункового перерізу.

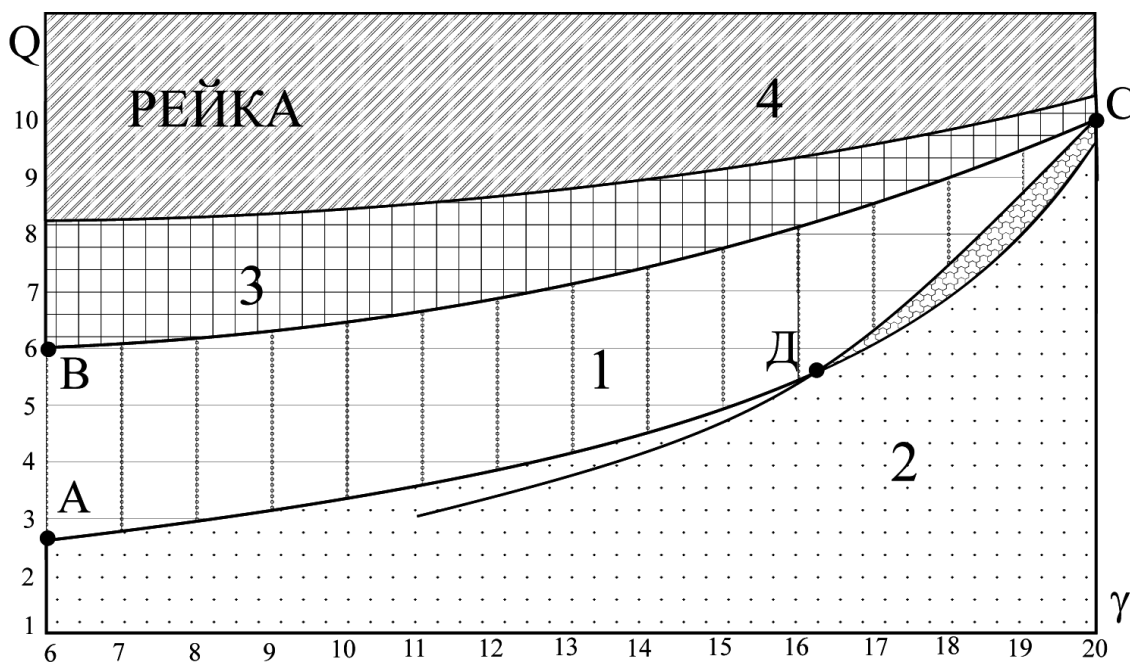


Рисунок 4 – Блокуючий контур

На рис.5. зображено положення інструменту при налагодженні по лівому розрахунковому перерізі. Відстань від базового торця черв'яка до розрахункового перерізу інструмента.

$$l_1 = l + h_{ao} \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

де l – відстань від базового торця черв'яка до розрахункового вздовж його вісі;
 h_{ao} – висота головки вихідного контуру, ($h_{ao} = 1,25 \text{ m}$);

α – кут профілю інструменту.

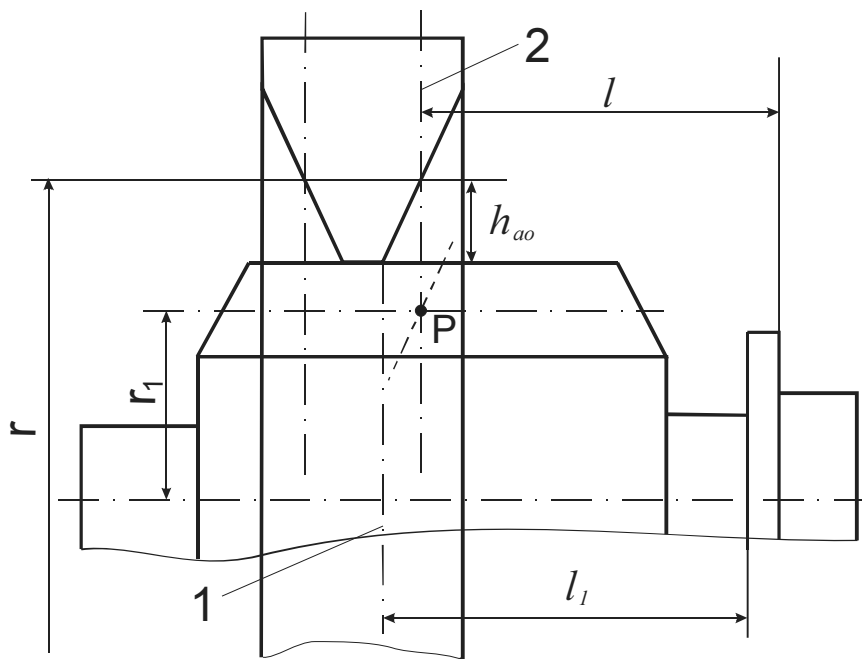
Праві розрахункові перерізи займають його положення при повороті черв'яка на кут, що відповідає переміщенню його вздовж вісі інструменту на величину $0,5 \pi m_n$.

Закінчення процесу обробки визначається моментом отримання заданої ділильної товщини витка черв'яка. З достатньої для практики точністю товщину витка можна вимірювати кромковим зубоміром в розрахунковому перерізі. Товщина витка черв'яка по нормалі на висоті h_{a1} буде рівна

$$S_n = 0,5 \pi m_n. \quad (2)$$

Потрібний гвинтовий параметр поверхні витка черв'яка може бути отриманий при налагодженні верстата за рахунок точного встановлення кута γ .

Нарізання черв'яків показало, що налагодження значення кутів γ за допомогою синусної лінійки і налагодження гітари ланки гвинтового руху з точністю до шостого знаку передатного числа дозволяє забезпечити виконання кута γ з точністю до 10 секунд.



1 – розрахунковий переріз черв'яка; 2 – розрахунковий переріз інструменту

Рисунок 5 – Схема налагодження дискового конічного інструмента по лівому розрахунковому перерізі

Інструментом для нарізання служить дисковий конічний охоплюючий інструмент з набірними різцями, які точно і однаково профілюються. Кінцева обробка поверхонь витка може бути проведена шліфуванням.

Для попереднього нарізання можна використати і більш продуктивні методи, такі як зуботочіння або накатування. В цьому випадку слід врахувати, що в налагодження і конструкцію інструменту необхідно внести зміни, що забезпечують достатній припуск для подальшого шліфування.

На рис.6 зображено модернізований вертикально-фрезерного верстата мод.6P10 згідно зі схемою, приведеної на (рис.2), і схеми верстатного зачеплення [5].

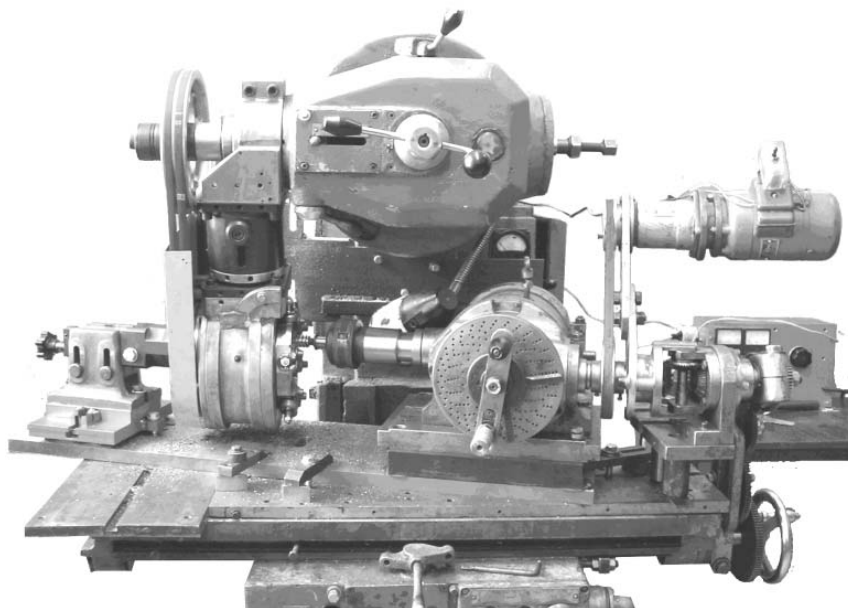


Рисунок 6 – Модернізований вертикально-фрезерний верстат мод.6P10

Виготовленні черв'яки мали угнутий профіль витків, їх було вмонтовано в стандартний корпус редуктора 2Ч63 і використанні при виробництві мотор-редукторів для нужд та технологічного процесу на ВФ «АСТРА» (м. Кіровоград) були використанні при виготовленні приводу подачі стрічко пильних верстатів мод. ЛПСІМАСТРА, в приводі подачі продольно-фрезерних верстатів ВФ «АСТРА» СПФНАСТРА – 6,2.

Висновки

Обробка угнутого профілю витка черв'яка у внутрішньому верстаному зачепленні при використанні схеми верстаного зачеплення [5] в умовах сучасного виробництва легко реалізується на універсальному стандартному обладнанні з використанням простих пристроїв і інструментів.

Список літератури

1. Литвин Ф Л Новые виды цилиндрических червячных передач / Литвин Ф Л – М Л Машгиз, 1962. – 102.
2. Кривенко И С Новые типы червячных передач на судах / Кривенко И С – Л Судостроение, 1967. – 256 с.
3. Niemann G Versuche an Stirnrad-Globoid-Schneckengetrieben / Niemann G, Jarchow F – VDI, 1961. – Heft 6. – р. 209-280.
4. Производство зубчатых колес / [Калашников С Н, Коган Г И, Козловский И С и др] // Справочник – М Машиностроение, 1975. – 728.
5. Надєїн В С Формоутворення черв'яків з угнутою поверхнею витка дисковим конічним інструментом // Надєїн В С, Гринь Д В // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету – Кременчук КДПУ, 2004 – №4. – С. 103-107.
6. Надєїн В С Напрямок вдосконалення черв'ячних передач з угнутим профілем витка черв'яка / Надєїн В С, Гринь Д В // Міжнародний науково-технічний збірник – Харків ХПІ, 2007 – № 73. – С. 200-209.
7. Надєїн В С Умови існування конічної виробної поверхні інструмента, охоплюючої черв'як з угнутим профілем витків / Надєїн В С, Гринь Д В // Міжнародний науково-технічний збірник – Харків ХПІ, 2005 – №69. – С. 197-200.
8. Гринь Д В Вибір параметрів виробної пари поверхні для формоутворення черв'яків з угнутим профілем витка / Збірник наукових праць КНТУ/ техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація.– Кіровоград, КНТУ, 2007. – № 19. – С. 36-40.

Приведены рекомендации по практической реализации технологии нарезания червяков с вогнутым профилем витка. Указаны основные элементы модернизированного оборудования и правила его настройки. Приведены примеры внедрения результатов исследования.

Practical recommendations are resulted on practical realization of technology of cutting of worms with the concave type of coil. Basic elements are indicated responsible for the choice of equipment and his tuning. The examples of introduction of research results are resulted .